

CHROME 2024

Matières premières

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 400 ppm.

Minerai

La chromite, FeCr_2O_4 , qui possède une structure spinelle (MgAl_2O_4) dans laquelle les ions Mg^{2+} sont partiellement substitués par des ions Fe^{2+} et les ions Al^{3+} partiellement substitués par des ions Fe^{3+} et Cr^{3+} pour donner une formule du type : $(\text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{2+})(\text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+})_2\text{O}_4$.

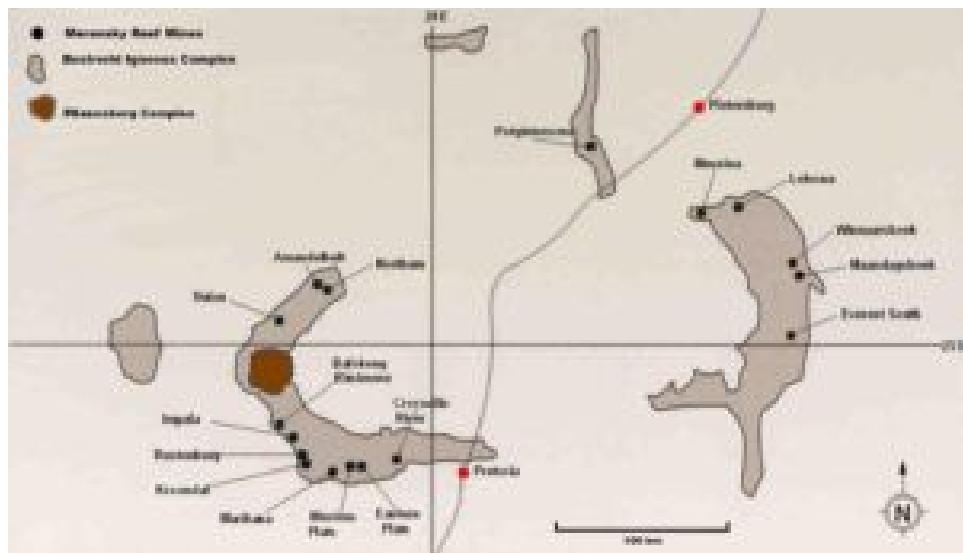
- Les minerais riches, contenant de 48 à 55 % de Cr_2O_3 , avec un rapport $\text{Cr}/\text{Fe} > 3$, sont destinés à la fabrication des ferrochromes. Ils sont extraits particulièrement au Kazakhstan, en Turquie, Russie et Albanie. Ces gisements, podiformes, se présentent sous forme de lentilles de minerai. Ils sont exploités d'abord à ciel ouvert puis souterrainement lors de l'avancement de l'extraction.
- Les minerais pauvres, contenant environ 30 % de Cr_2O_3 , avec un rapport Cr/Fe d'environ 1,6, initialement utilisés comme matériaux réfractaires sont, depuis l'introduction du procédé AOD d'élaboration des acières inoxydables, également employés pour élaborer des ferrochromes à basse teneur en Cr (50-55 % de Cr et 6-8 % de C) appelés charge-chrome. Ces gisements se présentent sous forme de couches successives et sont appelés stratiformes. Ils sont exploités particulièrement en Afrique du Sud, en Inde, au Zimbabwe, en Finlande et au Brésil.

Les minerais sont enrichis, en général, par gravimétrie à l'aide de spirales ou de tables à secousses.

Le gisement du Bushveld

En Afrique du Sud, le gisement géant stratiforme du Bushveld s'étend sur 66 000 km². Il est formé de couches peu épaisses, de moins de 1,5 m de minerai sur une épaisseur totale de 5 000 m et constitue, avec 3,1 milliards de tonnes de minerai, les réserves les plus importantes au monde. Le Complexe du Bushveld est constitué de 3 lobes (ouest, nord et est) d'où provient toute la production minière de chrome, vanadium et platinoïdes d'Afrique du Sud. Le lobe ouest, le plus important, est situé au nord-ouest de Pretoria. L'une des couches de chromite, dénommée UG2 a la particularité d'être riche en platinoïdes. En conséquence elle est exploitée pour produire ces derniers, la chromite constituant un co-produit récupéré lors d'opérations de flottation qui séparent les platinoïdes, associés à des sulfures, de la chromite constituant la gangue (voir le chapitre platinoïdes). En 2023, la coproduction de chromite dans la couche UG2 représente 44 % de la production sud-africaine.

Carte du complexe du Bushveld publiée sur le site du [Lycée de Bois d'Olive](#) à La Réunion que nous remercions.



Production minière

Production de chromite

En 2024, en milliers de t, sur un total mondial de 47 millions de t. Source : USGS

en milliers de t de chromite			
Afrique du Sud	21 000	Finlande	1 900
Turquie	8 000	Brésil	1 400
Kazakhstan	6 500	Zimbabwe	1 100
Inde	4 100		

Source : USGS

En 2023, la production de l'Union européenne, en Finlande, était de 2 millions de t.

Les ressources en chromite de la Chine sont très faibles, avec en 2019, une production de 30 000 t.

Producteurs

En Afrique du Sud, toutes les sociétés minières exploitent le Complexe du Bushveld dans des mines ou récupèrent la chromite présente dans les terrils résultant de l'extraction des platinoïdes de la couche UG2. On estime, en 2017, qu'un quart de la production d'Afrique du Sud provient de l'exploitation de ces terrils.

- En Afrique du Sud :
 - [Glencore](#) possède 79,5 % de [Glencore-Merafe Chromium Venture](#) avec, en 2022, une production totale de chromite, de 3,588 millions de t. Les mines sont situées :
 - dans le lobe ouest du complexe du Bushveld, près de Rustenburg, pour celles de Waterval avec une capacité de production de 240 000 t/an de chromite et Kroondal, avec une capacité de 967 000 t/an ainsi que celles de Marikana, Klipfontein et Boshoek. Les réserves prouvées et probables sont, fin 2024, de 10,4 millions de t de minerai renfermant 29,9 % de Cr₂O₃.
 - dans le lobe est du complexe du Bushveld, près de Steelpoort, pour les mines de Thorncliffe avec une capacité de 871 000 t/an, Helena avec une capacité de 814 000 t/an et Magareng avec 731 000 t/an. Les réserves prouvées et

probables sont, fin 2024, de 28,2 millions de t de mineraï contenant 33,6 % de Cr₂O₃.

- Samancor possède des mines dans 2 régions : Ouest (Rustenburg) et Est (Lydenburg), avec une production de 4 millions de t/an de mineraï dont 70 % alimente les usines de ferrochrome de la société situées à Middelburg, Emalahleni, Steelpoort et Mooinooi. Le reste, environ 1 million de t/an, est exporté. Les mines de l'ouest sont souterraines avec Mooinooi et Millsell, celles de l'est sont souterraines (3) ou à ciel ouvert avec Doornbosch, Lannex, Tweefontein, Steelport. Le 1^{er} novembre 2019, a repris les activités de Hernic Ferrochrome, qui était détenu à 50,975 % par Mitsubishi (Japon) et exploitait, dans le lobe ouest, les mines de Morula (souterraine) et Bokone (souterraine et à ciel ouvert) et produisait 1,5 million de t/an.
- Assore exploite la mine souterraine de Dwarsrivier, avec, en 2019-20, une production de 1,551 million de t. Les réserves prouvées et probables sont de 58,89 millions de t de mineraï renfermant 32,82 % de Cr₂O₃.
- African Rainbow Minerals, coproduit de la chromite lors de l'extraction de platinoïdes avec, en 2023-24, en propre, 79 000 t de concentré de chromite vendues et 4,9 t de platinoïdes produites, pour la mine de Two Rivers détenue à 54 % en association avec Impala Platinum et 37 700 t de concentrés de chromite vendus entre 3,7 t de platinoïdes produites pour la mine de Modikwa détenue à 41,5 % en association avec Anglo American avec 50 %. En février 2021, la mine de Nkomati a cessé de produire.
- Le groupe finlandais Afarak, exploite les mines de Vlakpoort, Mecklenburg et Stellite. En 2024, la production a été de 300 985 t de chromite. Les réserves prouvées et probables sont de 21,735 millions de t renfermant 35,32 % de Cr₂O₃.
- Au **Kazakhstan** :
 - la production est assurée, en partie, par Kazchrome, avec une production, en 2023, de 5,194 millions de t de chromite avec la mine de Donskoy,
 - ainsi que par le groupe turc Yildirim, avec la mine souterraine de Voskhod, près de Chromtau, dans la région d'Aktobe, avec une capacité de production de 1,3 million de t/an et des réserves de 20 millions de t de mineraï, le mineraï approvisionnant l'usine russe de production de ferrochrome de Tikhvin, à 200 km au sud-est de Saint-Pétersbourg. En 2023, la production a été de 464 100 t de concentrés.
- Le groupe turc Yildirim, exploite également des mines en **Turquie** au travers de la société Eti Krom. La capacité de production est de 1 million de t/an, la principale mine exploitée étant celle de Guleman, dans la région d'Elazig et les réserves prouvées et probables sont de 130 millions de t. En 2023, la production a été de 534 885 t de chromite.
Le groupe finlandais Afarak, exploite une mine au travers de la société Türk Maadin Sirkefi. En 2023, la production a été de 65 655 t de chromite.
- En **Inde**, les mines sont exploitées à 97 % dans la vallée de Sukinda, située dans l'État d'Orissa :
 - Indian Metals & Ferro Alloys Ltd (IMFA), possède les mines de Mahagiri et de Sukinda ainsi que la mine en cours d'extension de Nuasahi, avec, en 2023-24, une production de 669 580 t de chromite et des réserves de 21 millions de t de mineraï.
 - Balasore Alloys Limited exploite une mine dans la vallée de Sukinda.
- En **Albanie**, le groupe turc Yildirim, exploite également la mine de Bulqiza au travers de la

société [Albchrome](#), acquise en 2022. En 2023, la production a été de 79 471 t.

- En **Finlande**, une chromite, à 35 % de Cr₂O₃, est extraite de la mine de Kemi située en Laponie et exploité par [Outokumpu](#). Le gisement, stratiforme, s'étend sur 15 km de long et entre 0,2 et 2 km de large, sur une épaisseur de 2 km. La mine, découverte en 1959, est exploitée à ciel ouvert depuis 1968 et souterrainement depuis 2003, avec une capacité de production de 2,4 millions de t/an. Les réserves prouvées sont, en 2015, de 48 millions de t à 26 % de Cr₂O₃.

Commerce international

Principaux pays exportateurs

Les principaux pays exportateurs, en 2024, sur un total de 25,476 millions de t de minerais et concentrés, sont les suivants :

en milliers de t			
Afrique du Sud	20 557	Kazakhstan	294
Zimbabwe	1 397	Oman	238
Turquie	1 380	Chine	172
Pakistan	386	Papouasie	171
Albanie	380	Madagascar	135

Source : ITC

Les exportations de l'Afrique du Sud sont destinées à 49 % à la Chine, 40 % au Mozambique, 2 % à Hong Kong.

Principaux pays importateurs

Les principaux pays importateurs, en 2024, sur un total de 24,513 millions de t sont les suivants :

en milliers de t			
Chine	20 903	Turquie	141
Indonésie	1 967	Allemagne	108
Russie	333	États-Unis	98
Émirats Arabes Unis	267	Afrique du Sud	95
Inde	218	Pays Bas	94

Source : ITC

Les importations de la Chine proviennent à 81 % d'Afrique du Sud, 6 % du Zimbabwe, 5 % de Turquie.

Réserves de chromite

En 2024, en millions de t, sur un total mondial de plus de 1200 millions de t. Source : USGS

en milliers de t			
Zimbabwe	540 000	Inde	79 000
Kazakhstan	320 000	Turquie	27 000
Afrique du Sud	200 000	Finlande	8 300

Source : USGS

Utilisations de la chromite : en 2021.

[Sidérurgie](#) 96,4 % [Chimie](#) 2,56 %

Réfractaires et fonderie 1 %

Source : IMFA

- La chromite est, à 95 %, transformée en ferrochrome, lui-même utilisé à 77 % pour l'élaboration d'acières inoxydables, pour lesquels il est irremplaçable.
- Pour l'élaboration de produits chimiques la chromite est d'abord transformée en dichromate de sodium, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
- En fonderie, la chromite est utilisée comme « sable » de confection de moules. Sa température de fusion est de 2 150°C.
- Pour une utilisation comme produit réfractaire, la somme des teneurs en Cr_2O_3 et Al_2O_3 doit être supérieure à 57 %, avec une teneur en silice inférieure à 0,7 %.

Métallurgie

La chromite est principalement transformée en ferrochromes. La transformation en chrome ne concerne qu'une très faible part de l'utilisation de la chromite.

Ferrochromes

Ils contiennent de 50 à 65 % de chrome et sont élaborés par réduction au four électrique à arc, en présence de coke. La consommation électrique est comprise entre 2 900 et 4 100 kWh/t de ferrochrome.

Principaux types de ferrochrome

Ils se distinguent principalement par leur teneur en carbone.

- Charge-chrome : 50 à 55 % de Cr, 6 à 8 % de C, 2 à 5 % de Si. C'est l'alliage de chrome le plus utilisé dans la fabrication des aciers spéciaux, dont les aciers inoxydables.
- Le ferrochrome carburé : 60 à 65 % de Cr, 4 à 8 % de C. Il est utilisé principalement dans l'élaboration des aciers inoxydables.
- Le ferrochrome moyen carbone : 55 à 70 % de Cr, de 2 à 4 % de C. Il représente 2 % de la production mondiale de ferrochrome.
- Le ferrochrome bas carbone affiné et suraffiné : 67 à 75 % de Cr, 0,02 à 0,5 % de C, est employé dans la fabrication de la fonte et des aciers. Il représente 4 % de la production mondiale de ferrochrome.

Production de ferrochrome

en milliers de t, en 2023, sur un total de 15,7 millions de t

Chine	7 750	Finlande	390
Afrique du Sud	3 200	Indonésie	300
Kazakhstan	1 400	Russie	300
Inde	1 400	Brésil	202
Zimbabwe	400	Suède	108

Source : USGS

En 2021, l'Union européenne (Finlande, Suède, Allemagne) produisait 700 000 t.

La Chine est devenue premier producteur mondial de ferrochrome en 2012. La production est principalement réalisée en Mongolie Intérieure avec, en 2018, 2,82 millions de t soit 53 % de la production totale du pays.

La production d'Afrique du Sud, qui pourrait être plus importante, souffre de difficultés d'approvisionnement en énergie électrique.

En 2022, la production mondiale de charge-chrome et de ferrochrome HC est de 14,666 millions de t, soit 94 % de la production mondiale de ferrochrome, celle de ferrochrome moyen carbone de 20 000 t, celle de ferrochrome bas carbone 849 000 t.

Commerce international de ferrochrome carburé renfermant plus de 4 % de C, en 2024.

Principaux pays exportateurs, sur un total de 6,962 millions de t :

en milliers de t

Afrique du Sud	3 601	Chine	193
Kazakhstan	1 466	Pays Bas	107
Inde	516	Russie	76
Zimbabwe	402	Suède	64
Finlande	269	Albanie	60

Source : ITC

Les exportations d'Afrique du Sud sont destinées à 36 % à la Chine, 32 % au Mozambique, 5 % aux États-Unis.

Principaux pays importateurs, sur un total de 6,866 millions de t :

en milliers de t

Chine	3 659	Corée du Sud	390
Indonésie	902	Belgique	240
Japon	468	Pays Bas	111
États-Unis	396	Taipei chinois	104

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 50 % d'Afrique du Sud, 34 % du Kazakhstan, 9 % du Zimbabwe, 5 % d'Inde.

Producteurs de ferrochrome

Les principaux producteurs mondiaux sont les suivants :

en milliers de t

<u>Glencore-Merafe</u> (Afrique du Sud), en 2024	1 466	Tianjin Metallurgy (Chine), en 2014	400
<u>Kazchrome</u> (Kazakhstan), en 2023	1 321	<u>EHUI Metallurgy</u> (Chine), en 2020	400
<u>Samancor</u> (Afrique du Sud), en 2014	1 150	<u>IMFA</u> (Inde), en 2022-23	264
<u>Outokumpu</u> (Finlande), en 2024	398	<u>Yildirim</u> (Turquie, Russie, Suède), en 2023	215

Sources : Merafe et rapports des sociétés

- Glencore a produit, en 2024, en Afrique du Sud, 1,166 million de t de ferrochrome dans les usines de Wonderkop, avec une capacité de production de 553 000 t/an, Rustenburg, avec 430 000 t/an, Boshoek, avec 240 000 t/an, ces usines étant alimentées par les mines de Kroondal, Waterval et Marikana ainsi que dans les usines de Lydenburg, avec 396 000 t/an et Steelpoort (Lion I et II, avec 360 000 t/an chaque), alimentées par les mines de Thorncliffe, Helena et Marareng. L'autre partenaire de la joint-venture, Merafe, a produit, en 2023, 300 000 t de ferrochrome.
- Kazchrome, filiale de Eurasian Resources Group (ERG) a produit, en 2023,

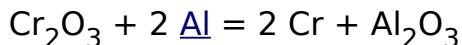
1,268 million de t de ferrochrome carburé, 53 000 t de ferrochrome raffiné. La production est réalisée au Kazakhstan avec les usines de Kazchrome à Aktobe et Asku.

- Samancor possède des capacités de production, en Afrique du Sud, de 2,4 millions de t/an de charge-chrome, 70 000 t/an de ferrochrome moyennement carburé et 40 000 t/an de ferrochrome bas carbone, dans ses usines de Emalahleni, Middelburg, Steelport et Mooinooi. A acquis, en novembre 2019, Hernic Ferrochrome qui possède des capacités de production, en Afrique du Sud, de 420 000 t/an de charge-chrome à Maroelabult.
- Outokumpu a produit, à Tornio, en Finlande, en 2024, 398 000 t de ferrochrome, à partir de chromite extraite à Kemi, mine proche de Tornio.
- Indian Metals & Ferro Alloys Ltd (IMFA) possède, en Inde, dans l'État d'Orissa, à Therubali et Choudwar, des capacités de production de 284 000 t/an de ferrochrome carburé et, en 2023-24, a produit 264 119 t de ferrochrome.
- Le groupe turc Yildirim a produit, en 2023, 215 283 t de ferrochrome HC, en Turquie, à Elazig, avec une production de 57 510 t, au travers de la société Eti Krom, en Russie au travers de Tikhvin Ferroalloys (TFZ) avec 57 000 t et en Suède, au travers de la société Vargön Alloys avec 78 271 t. En décembre 2021 a acquis la société albanaise Albchrome qui exploite une mine de chromite avec une capacité de 100 000 t/an et produit du ferrochrome avec une capacité de 70 000 t/an et une production, en 2023, de 22 502 t.

Chrome métal

Fabriqué par aluminothermie à partir d'oxyde de chrome (procédé employé en Chine, France, Russie et Royaume Uni et couvrant 95 % des besoins) ou par électrolyse à partir de ferrochrome (procédé utilisé en Russie et en Chine et couvrant 5 % des besoins).

Par aluminothermie, la réaction mise en jeu est la suivante :



L'oxyde de chrome doit être chimiquement pur. La réaction bien que fortement exothermique, n'apporte pas suffisamment d'énergie pour que les produits formés, réfractaires, se séparent correctement, par décantation, à l'état liquide. Pour éléver la température, une partie de Cr_2O_3 est remplacée par un composé de degré d'oxydation plus élevé (CrO_3 ou mieux, contenant des ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). De 10 à 15 t de produit sont traitées à chaque opération.

Au laboratoire, le chrome peut être préparé par aluminothermie dans des conditions proches de celles utilisées industriellement en prenant un mélange de 60 g de dichromate de potassium et de 200 g d'oxyde de chrome (Cr_2O_3) pour 90 g d'aluminium (de granulométrie < 200 micromètres), introduit dans un creuset en alumine. Cette préparation nécessite de prendre des précautions face aux projections incandescentes et au risque toxique des poussières de chrome VI.

Le chrome obtenu par aluminothermie, malgré sa pureté élevée (99,5 à 99,8 %) n'est pas malléable même à 900°C. Il faut le purifier à l'aide de procédés tels que la méthode Van Arkel ou la fusion de zone pour obtenir du chrome laminable à 50-80 % vers 500°C. Dans ce cas, la transition ductile-fragile (fonction de la pureté) peut être proche de la température ambiante.

Capacité de production du chrome métal

en milliers de t/an, en 2023, sur un total mondial de 117 000 t/an

Chine	61	Royaume Uni	10
Russie	27	Allemagne	4
France	12	Japon	3

Source : USGS

En 2023, la capacité de production de l'Union européenne est de 16 000 t/an.

Les importations des États-Unis, ont été, en 2021, de 7 500 t.

Principaux producteurs :

- [Delachaux](#), avec sa filiale [DCX Chrome](#) (France), et une capacité de production par aluminothermie de 12 000 t/an à Marly-lez-Valenciennes (59).
- [Kluchevsky Ferroalliages](#) (Russie), filiale du groupe [Midural](#), avec une capacité de production, par aluminothermie, de 10 000 t/an, à Dvurechensk, dans la région de Sverdlovsk.
- [Polema](#), filiale du groupe [Industrial Metallurgical Holding](#) (Russie) par électrolyse à Tula.
- [AMG Chrome Limited](#) (Royaume-Uni) avec une capacité de production, par aluminothermie, de 8 000 t/an à Rotherham, au Royaume Uni.
- [Japan Metals & Chemicals](#) (JMC, Japon) produit par électrolyse à Research Triangle Park, en Caroline du Nord (États Unis) et à Oguni (Japon).
- [Shanghai Sing Horn](#), en Chine.

Produits chimiques

Le principal produit chimique élaboré est le dichromate de sodium $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Sa fabrication est effectuée dans un four tournant, vers 1 000°C, à partir d'un mélange de chromite et de [carbonate de sodium](#) qui donne du chromate de sodium selon la réaction :



Le chromate de sodium soluble dans l'eau chaude donne, par acidification à l'aide d'[acide sulfurique](#), du dichromate qui est cristallisé ensuite sous forme dihydratée.

Les différents autres composés chimiques du chrome (dichromates d'ammonium ou de potassium, oxydes, sulfate, acide chromique...) sont obtenus à partir du dichromate de sodium.

Capacité de production des composés chimiques du chrome

en milliers de t/an de chrome contenu, en 2023, sur un total de 728 000 t/an

Chine	350	Afrique du Sud	50
Turquie	70	États-Unis	48
Kazakhstan	60	Japon	11
Inde	56	Italie	8
Russie	50	Pologne	8

Source : USGS

En 2012, la production mondiale de dichromate de sodium était de 700 000 t.

Producteurs

Les principaux producteurs sont :

- [Chongqing Minfeng Chemical Co., Ltd.](#), en Chine.

- [Elementis Chromium](#), aux États Unis, à Castle Hayne, en Caroline du Nord et Corpus Christi, au Texas.
- [JS Aktyubinsk Chromium Chemicals Plant](#) (ACCP), à Aktobe, au Kazakhstan.
- [Russian Chrome Chemicals 1915](#), filiale du groupe [Midural](#).
- [Lanxess](#), en Afrique du Sud, extrayait de la chromite à Rustenburg qui était transformée en dichromate de sodium et acide chromique à Newcastle puis en sulfate et sels de tannage à Merebank, près de Durban, avec une production de 64 000 t/an. En août 2019, cette activité a été vendue au groupe chinois [Brother Enterprise](#). Le dichromate de sodium fabriqué à Newcastle était transformé en pigments à Krefeld-Uerdingen, en Allemagne. Cette activité se poursuit avec une matière première achetée.
- [Sisecam](#), en Turquie, à Mersin et en Italie avec la société [Cromital](#), à Ostellatto, dans la province de Ferrara. La capacité de production est de 128 000 t/an de sulfate de chrome.

Recyclage

Le chrome contenu dans les aciers inoxydables est recyclé lors du recyclage de ces matériaux. De même pour le chrome contenu dans les aciers courants. Le taux de recyclage du chrome, dans le monde, est estimé à 38 %. Ce taux était de 17 %, en 2022, aux États Unis, avec un recyclage de 100 000 t de chrome.

En France, la société [Befesa](#) traite, à Gravelines (59), dans 2 fours à arc immergé, des poussières d'aciéries inoxydables et des déchets d'aciers inoxydables afin de récupérer le [nickel](#) et le chrome contenu, avec une capacité de traitement de 110 000 t/an d'acier inoxydable. Les déchets sont conditionnés sous forme de briquettes qui, additionnées de coke et de scorifiants sont introduites dans les fours d'où des coulées sont effectuées plusieurs fois par jour. Ce groupe possède également une usine du même type à Landskrona, en Suède, avec une capacité de traitement de 64 000 t/an d'acier inoxydable.

Situation française

En 2024.

Minerai

En 2024, il n'y a pas de production française. Une production, terminée en 1991, a eu lieu en Nouvelle Calédonie avec 60 000 t de minerai en 1989.

- Exportations : 3 068 t principalement vers :
 - l'Espagne à 30 %,
 - la Belgique à 26 %,
 - l'Allemagne à 14 %,
 - la Pologne à 13 %,
 - le Portugal à 9 %.
- Importations : 9 815 t en provenance :
 - d'Afrique du Sud à 59 %,
 - d'Albanie à 23 %,
 - des Pays Bas à 7 %,
 - d'Allemagne à 6 %.

Ferrochrome

Pas de production en 2024.

Carburé et charge-chrome (C à plus de 6 %)

- Exportations : 418 t vers :
 - le Portugal à 18 %,
 - l'Allemagne à 18 %,
 - la Slovénie à 18 %,
 - la Suisse à 13 %,
 - l'Italie à 10 %,
 - le Maroc à 7 %.
- Importations : 35 162 t en provenance :
 - de Finlande à 43 %,
 - de Suède à 24 %,
 - d'Afrique du Sud à 17 %,
 - d'Inde à 5 %.

Moyennement carburé (C compris entre 4 et 6 %)

- Exportations : 2 t totalement vers la Suisse.
- Importations : 80 t en provenance :
 - de Suède à 95 %,
 - de Belgique à 5 %.

Bas carbone (C compris entre 0,05 et 0,5 %)

- Exportations : 559 t vers :
 - l'Allemagne à 38 %,
 - le Maroc à 13 %,
 - les Pays Bas à 7 %,
 - la Suisse à 7 %,
 - la Belgique à 6 %.
- Importations : 2 867 t en provenance :
 - de Russie à 31 %,
 - de Turquie à 31 %,
 - d'Allemagne à 14 %,
 - du Kazakhstan à 10 %,
 - des Pays Bas à 4 %.

Chrome Métal

Producteur :

Delachaux, à Marly-lez-Valenciennes (59), possède une capacité de la production 12 000 t/an. C'est le premier producteur européen de chrome métal par aluminothermie, le 3^{ème} mondial. La production est à 90 % exportée.

- Exportations : 10 349 t vers :
 - l'Allemagne à 33 %,
 - les États Unis à 17 %,
 - le Japon à 11 %,
 - le Canada à 9 %,
 - l'Autriche à 8 %.
- Importations : 2 210 t en provenance :
 - du Royaume-Uni à 79 %,
 - de Russie à 11 %,

- d'Allemagne à 5 %.

Produits chimiques

Trioxyde de chrome

- Exportations : 211 t vers :
 - l'Égypte à 13 %,
 - la Pologne à 12 %,
 - la Colombie à 11 %,
 - l'Italie à 9 %,
 - la Belgique à 8 %.
- Importations : 1 072 t en provenance :
 - d'Allemagne à 34 %,
 - de Turquie à 27 %,
 - d'Italie à 19 %,
 - des États Unis à 13 %.

Dichromate de sodium

- Exportations : 32 t vers :
 - le Maroc à 72 %,
 - l'Équateur à 15 %,
 - la Pologne à 4 %.
- Importations : 949 t en provenance :
 - de Belgique à 48 %,
 - d'Italie à 43 %,
 - d'Afrique du Sud à 5 %.

Utilisations

Consommations

En 2015, la consommation mondiale de chromite a été de 29 millions de t.

En 2022, la consommation de ferrochrome a été de 14,1 millions de t répartie comme suit :

- 61,1 % en Chine,
- 8,7 % en Europe de l'Ouest,
- 4,4 % au Japon,
- 2,7 % aux États-Unis.

Secteurs d'utilisation de la chromite

En 2021, dans le monde. Source : IMFA

<u>Sidérurgie</u>	96,4 %	Chimie 2,6 %
Réfractaires et fonderie	1 %	

Source : IMFA

En sidérurgie, l'emploi dans les aciers inoxydables représente 77 % des utilisations, dans les aciers alliés : 19 %, dans les autres aciers : 4 %.

En fonderie, la chromite est employée comme « sable de moulage ».

Ferrochrome

Il est utilisé à 80 % pour l'élaboration d'acières inoxydables, pour lesquels il est irremplaçable.

Métal

Il est utilisé dans les [superalliages](#) (en présence de [Ni](#) et [Co](#), voir ce chapitre) et divers autres alliages. La consommation mondiale a été de 43 000 t, en 2012.

La répartition des utilisations en France est la suivante :

Superalliages	52 %	Autres alliages	10 %
Alliages d'aluminium	12 %	Résistance électrique	6 %
Soudage et revêtement	12 %	Autres	8 %

Composés chimiques

Le principal composé chimique utilisé est le dichromate de sodium $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, qui entre dans la composition des produits de protection du bois (en présence d'[arsenic](#), voir ce chapitre), des colorants de textiles, dans la fabrication de pigments minéraux. Le dichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ est utilisé en photographie argentique, pyrotechnie, gravure de lithographie, colorant de céramiques. Le dichromate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ donne par calcination le dioxyde de chrome CrO_2 pour bandes magnétiques vidéo et audio et est utilisé comme agent oxydant dans des synthèses organiques.

L'acide chromique CrO_3 entre dans la fabrication de catalyseurs, de pigments minéraux, permet le mordançage des textiles, le chromage dur et décor. Le sulfate de chrome Cr_2SO_4 est employé dans le tannage du cuir.

Le trioxyde de chrome Cr_2O_3 est utilisé pour élaborer le chrome métal, des produits réfractaires, des pigments.

Principaux secteurs d'utilisation des produits chimiques, en 2015, étaient :

Tannage du cuir	27 %	Chromage	19 %
Chrome métal	22 %	Protection du bois	9 %
Pigments	19 %		

Source : ICDA

Chromage : on distingue le chrome décor du chrome dur.

- *Chrome décor* : le dépôt de chrome est effectué, par électrolyse, sous faible épaisseur (généralement de 0,2-0,3 micromètres), pour recouvrir des pièces métalliques qui sont essentiellement nickelées (voir le chapitre [nickel](#)). La couche finale de chrome n'a qu'un rôle esthétique, il permet d'éviter le ternissement de la surface de nickel par sulfuration.
- *Chrome dur* : le dépôt de chrome est effectué, par électrolyse, sous forte épaisseur (de plusieurs micromètres à quelques dixièmes de mm), directement sur la pièce à protéger. Le revêtement de chrome apporte une excellente résistance à l'usure, aux frottements, à la corrosion, une grande dureté de surface et des propriétés antiadhérentes. Utilisé pour de nombreuses pièces mécaniques en automobile (vilebrequins, chemises de cylindres...), aéronautique (pièces de réacteurs...), machines-outils (arbres de transmission...), outils (instruments de

mesure...), moules pour plastiques...

Conditions de chromage : par électrolyse, vers 50-60°C, la pièce à revêtir étant placée à la cathode. L'anode est en alliage de Pb (7 % de Sb) et la densité de courant de 40 à 50 A/dm². Composition du bain : CrO₃ : 250 g/L, H₂SO₄ : 2,5 g/L, vitesse de dépôt : environ 40 micromètres/h.

Toxicité

D'après les fiches de l'INERIS et de l'INRS.

Les principaux composés courants du chrome présentant une toxicité élevée sont ceux des degrés d'oxydation III et VI. La voie de pénétration principale dans l'organisme est la voie respiratoire avec passage dans la circulation sanguine de 20 à 30 % du Cr (VI) inhalé. Ce taux est de 2 à 9 % par voie orale et de 1 à 4 % par voie cutanée. Les composés de chrome, oxydants puissants, ont une forte action corrosive se traduisant par des atrophies, ulcérations et perforations de la cloison nasale ainsi que par une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. Les composés de chrome VI plus solubles que les composés de chrome III sont plus facilement absorbés. Ils diffusent rapidement à travers les membranes et détruisent ainsi les cellules épithéliales.

Dans l'organisme, le chrome VI est réduit en chrome III, sa demi-vie étant de 15 à 41 h. Au cours de sa réduction des composés très réactifs, par exemple de chrome V, peuvent être produits. Toutefois, le Cr(III), à l'état de trace, est nécessaire à l'organisme humain, en particulier pour le métabolisme du cholestérol, des graisses et du glucose. Une carence en chrome induit des hyperglycémies et des hypercholestérolémies.

Par ailleurs, les composés de chrome III et VI sont mutagènes et cancérogènes (cancers du poumon). Après solubilisation dans l'organisme, un effet sensibilisant se traduit par de l'asthme ou des dermatites.

En milieu professionnel, en France, la valeur moyenne limite d'exposition au chrome VI est de 1 µg/m³. La teneur limite des eaux de consommation est, en chrome total, de 50 microgrammes/L.